



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 30 233 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 60 K 6/02
B 60 K 1/00
B 60 K 41/06
F 16 H 59/46
F 16 H 63/44

②1 Aktenzeichen: 195 30 233.8
②2 Anmeldetag: 17. 8. 95
④3 Offenlegungstag: 20. 2. 97

DE 195 30 233 A 1

⑦1 Anmelder:
Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	44 22 554 C1
DE	42 02 083 C2
DE	41 02 202 C2
DE	44 36 383 A1
DE	43 05 054 A1
DE	40 41 117 A1
DE	31 40 492 A1
DE	25 09 670 A1
DE	295 02 906 U1
WO	85 05 427 A1

JP Patents Abstracts of Japan: 4-316760
A.,M-1385,March 22,1993,Vol.17,No.139;
4-290652 A.,M-1372,Feb. 25,1993,Vol.17,No. 96;

⑤4 Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug

⑤7 Bei einem Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antriebe, die auf die Antriebswelle eines mit schaltbaren Zahnradern zum Schalten von zumindest einem Vorwärts- und/oder Rückwärtsgang versehenen Geschwindigkeits-Wechselgetriebes wirken, deren Abtriebswelle mit dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeuges verbunden ist, wobei der Elektromotor zumindest zeitweilig ständig mit der Antriebswelle gekuppelt ist, ist zur Erzielung von komfortablen und schnellen Schaltvorgängen der Elektromotor kurzfristig mit einer geringen Drehzahldifferenz zur Abtriebswelle betrieben. Bevorzugt wird der Elektromotor beim Einlegen eines Anfahranges bei stehendem Kraftfahrzeug mit einer geringen Antriebsleistung zum langsamen Drehen der Antriebswelle angesteuert.

DE 195 30 233 A 1

Die Erfindung betrifft einen Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antriebe, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Einen derartigen Hybridantrieb zeigt die DE 42 02 083 C2, bei der der Elektromotor ständig mit der Vorgelegewelle des mit schaltbaren Zahnrädern versehenen Geschwindigkeits-Wechselgetriebes verbunden ist und beim Schalten der Gänge drehzahlgesteuert als Synchronisator wirkt.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem derartigen gattungsgemäßen Hybridantrieb die Schaltvorgänge komfortabler und schneller zu gestalten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den weiteren Patentansprüchen entnehmbar.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß beim Einlegen eines Ganges der angekuppelte Elektromotor kurzfristig mit einer geringen Drehzahldifferenz zur Abtriebswelle bzw. Vorgelegewelle (je nach Getriebebauart) betrieben ist. Überraschend hat sich gezeigt, daß durch eine derartige Drehzahldifferenz die Schaltvorgänge schneller und komfortabler durchführbar sind und insbesondere Zahn auf Zahn-Stellungen der Gangschaltkupplungen vermieden sind, in denen ein Schalten nicht oder nicht störungsfrei und schnell durchführbar ist.

Gemäß Anspruch 2 wird insbesondere vorgeschlagen, bei stehender Abtriebswelle — also im Stillstand des Kraftfahrzeuges — und bei Anliegen eines Schaltsignales für Vorwärts- oder Rückwärtsgang die Abtriebswelle über den Elektromotor langsam anzudrehen, um ein schnelles und komfortables Schalten zu ermöglichen. Die Antriebsleistung des Elektromotors ist dabei so gering, daß mit dem Einschalten des Ganges bzw. nach erfolgtem Formschluß kein Antriebsmoment anfahren erfolgt, ja nicht einmal ein Antriebsmoment spürbar ist.

Ferner kann in bekannter Weise über den Elektromotor eine Synchronisation des Wechselgetriebes durch eine entsprechende Drehzahlsteuerung je nach einzulegendem Gang erfolgen, wobei über die entsprechende Drehzahlauswertung absichtlich keine Drehzahlgleichheit bzw. ein Synchronlauf hergestellt wird, sondern eine Synchronisation mit einer Drehzahldifferenz von $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ gerechnet und eingesteuert wird. Es hat sich gezeigt, daß dadurch komfortable und schnelle Schaltvorgänge während des Fahrbetriebs ermöglicht sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Die schematische Zeichnung zeigt ein Blockschaltbild eines Hybridantriebes für ein Kraftfahrzeug mit einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor und einer Einrichtung zum Steuern der Drehzahldifferenz beim Schalten der Gänge des Geschwindigkeits-Wechselgetriebes des Kraftfahrzeuges.

Der dargestellte Hybridantrieb setzt sich im wesentlichen zusammen aus einem Verbrennungsmotor 10, einer nicht näher dargestellten elektrohydraulischen Trennkupplung 12, einem Geschwindigkeits-Wechselgetriebe 14 und einem Elektromotor 16, die der besseren Darstellung wegen in Abschnitte geteilt gezeichnet sind, tatsächlich aber zu einer Antriebseinheit zusammengebaut sind.

Der Verbrennungsmotor 10 kann z. B. ein direkt ein-

spritzender Turbodieselmotor sein, dessen an die Kurbelwelle angeflanschte Schwungscheibe 18 Teil der als Schwungnutzautomatik ausgeführten Trennkupplung 12 mit einer hydraulischen Betätigung — bestehend aus einem hydraulischen Nehmerzylinder 20 und einer Hydraulikeinheit 22 mit Pumpe, Steuerventilen, Druckspeicher, etc. — und einer Steuerelektronik 24 ist.

Die Trennkupplung 12 treibt das vordere Ende der Abtriebswelle 26 des Wechselgetriebes 14 an, dessen Abtriebswelle 28 ein Antriebsritzel 30 für den nicht näher dargestellten Achsantrieb bzw. das Differential 32 für den Antrieb der Vorderräder 34 des Kraftfahrzeuges trägt. Im Ausführungsbeispiel sind wie ersichtlich über eine Schaltbetätigung 35 vier Gangstufen bzw. Übersetzungen I—IV des Wechselgetriebes 14 schaltbar. Der Rückwärtsgang R — sofern vorhanden — ist herkömmlicher Ausführung und deshalb nicht dargestellt.

Der Elektromotor 16, ein Drehstrom-Synchronmotor mit relativ geringem Massenträgheitsmoment wirkt über eine Zahnrad-Vorgelegestufe 36 ohne Zwischenschaltung einer Kupplung direkt auf das andere Ende der Abtriebswelle 26 des Wechselgetriebes 14.

Der Elektromotor 16 ist an eine Stromversorgungseinheit mit Batterien 40 und einer Stromregleinheit 42 angeschlossen und kann als Antriebsmotor, als Generator zum Aufladen der Batterien 40 bei verbrennungsmotorischem Betrieb, im Leerlauf, als Andrehmotor für den Verbrennungsmotor und schließlich als Synchronisator für das Wechselgetriebe 14 arbeiten.

Der Elektromotor 16 kann dabei mittels eines Betriebsartenschalters 44 auf Elektroantrieb geschaltet werden, wobei dessen Antriebsleistung dann über das Gaspedal 46 des Kraftfahrzeuges und die Stromregleinheit 42 gesteuert wird.

Beim Umschalten auf Betrieb mit Verbrennungsmotor 10 wird der Elektromotor 16 als Generator betrieben, sofern die Batterien 40 regeneriert werden sollen; andernfalls wird der Elektromotor 16 im Leerlauf mitgetrieben oder treibt zur kurzfristigen Erhöhung der Antriebsleistung des Hybridantriebes das Kraftfahrzeug mit an.

Über Drehzahlsensoren 48, 50 im Wechselgetriebe 14 werden der Steuerelektronik der Stromregleinheit 42 die Drehzahl n_{AN} und n_{AB} der Abtriebswelle 26 und der Abtriebswelle 28 mitgeteilt. Ferner werden der Steuerelektronik über die Schaltbetätigung 35 bzw. den in der Schaltbetätigung 35 vorgesehenen Sensor 52 die Schaltabsicht S und über Sensoren 54, 56, 58, 60 die einzulegende Gangstufe i in Form von elektrischen Signalen übermittelt.

Sobald über die Schaltbetätigung 35 des Wechselgetriebes 14 ein Gangwechsel (Gangsignal S) eingeleitet wird, wird die Trennkupplung 12 ausgerückt (bei elektromotorischem Antrieb ist diese ohnehin ausgerückt) und der Elektromotor 16 ggf. vom Antriebsbetrieb in den drehzahlgesteuerten Betrieb umgeschaltet.

Dann berechnet die Steuerelektronik in der Stromregleinheit 42 anhand der Drehzahlsignale n_{AN} und n_{AB} der Abtriebswelle 26 und der Abtriebswelle 28 und unter Berücksichtigung der Gangsignale i des zu schaltenden Ganges des Wechselgetriebes 14 die erforderliche Sollzahl der Abtriebswelle $26 \pm 50 \text{ min}^{-1}$, vergleicht diese mit dem Ist-Drehzahlsignal n_{AN} und steuert über die Stromregleinheit 42 eine positive oder negative Beschleunigung des Elektromotors 16 zur Erzielung eines angenäherten Synchronlaufes der zu schaltenden Übersetzungsstufe mit der berechneten Drehzahldiffe-

renz von $\pm 50 \text{ min}^{-1}$. Die Logik der Steuerelektronik ist dabei derart, daß bei einer erforderlichen Beschleunigung der Antriebswelle 26 eine negative Drehzahldifferenz und bei einer Abbremsung der Abtriebswelle 28 (Hochschaltvorgang) eine positive Drehzahldifferenz eingesteuert wird. Damit wird neben dem komfortablen Schaltvorgang eine schnellere Synchronisierung verwirklicht. Mit dem Einlegen des Ganges — erkennbar über die Sensoren 54, 56, 58, 60 — wird der Elektromotor 16 sofort von dem Drehzahl-Regelbetrieb auf die gerade vorliegende Betriebsart umgeschaltet.

Wird über die Sensoren der Schaltbetätigung 35 eine Gangschaltabsicht erkannt und über den Drehzahlsensor 50 an der Abtriebswelle eine Drehzahl ≈ 0 (= Stillstand des Kraftfahrzeuges) sensiert, so wird der Elektromotor 16 über die Stromregleinheit 42 mit einer weit geringeren als der zum Anfahren des Kraftfahrzeuges benötigten Antriebsleistung angesteuert. Dementsprechend wird über den Elektromotor 16 über die Vorgelegestufe 36 die Antriebswelle 26 des Wechselgetriebes 14 langsam und nahezu kraftlos gedreht, so daß ein komfortables Einschalten des ersten Vorwärtsganges I oder des nicht dargestellten Rückwärtsganges ermöglicht ist, ohne daß jedoch das Kraftfahrzeug bei erfolgtem Formschluß bzw. eingelegtem Gang bewegt wird. Die Drehrichtung des Elektromotors 16 ist dabei beim Vorwärtsgang in der einen Drehrichtung und beim Rückwärtsgang entgegengesetzt, wobei die Drehrichtungen gleich der jeweiligen Drehrichtung der Antriebswelle 26 nach eingelegtem Gang im Fahrbetrieb entspricht. Es hat sich gezeigt, daß dadurch Schaltstörungen besonders wirksam eliminiert sind.

Anschließend schaltet die Steuerelektronik der Stromregleinheit 42 — nachdem das Einlegen des Ganges (I) über die Sensoren 52 bzw. 56 oder 58 erkannt ist — wieder auf Antriebsbetrieb bei elektromotorischem Betrieb oder auf Leerlauf bei verbrennungsmotorischem Betrieb um.

Es versteht sich, daß über den Gang I auch Rückwärts-Fahrbetrieb steuerbar ist, wenn z. B. über einen separaten R-Schalter (ggf. in der Schaltbetätigung 35) der Elektromotor 16 auf entgegengesetzte Drehrichtung umgesteuert wird. Dadurch könnte das Wechselgetriebe ggf. ohne Rückwärtsgang ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antriebe, die auf die Antriebswelle eines mit schaltbaren Zahnrädern zum Schalten zumindest eines Vorwärts- und/oder Rückwärtsganges versehenen Geschwindigkeits-Wechselgetriebes wirken, dessen Abtriebswelle mit dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeuges zusammenwirkt, wobei der Elektromotor zumindest zeitweilig ständig mit der Antriebswelle gekuppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einlegen eines Ganges (I—IV) der Elektromotor (16) kurzfristig mit einer geringen Drehzahldifferenz zur Abtriebswelle (28) betrieben ist.

2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuerung (42) des Elektromotors (16) mit einem Drehzahlsensor (50) an der Abtriebswelle (28) des Geschwindigkeits-Wechselgetriebes (14) und mit einem Schaltbetätigungssensor (52) verbunden ist und daß bei einer Drehzahl $n_{Ab} \approx 0$ der Abtriebswelle (28) und anstehendem Signal des Schaltbetätigungssensors (52) der Elektromotor (16) mit einem Bruchteil seiner Antriebsleistung die Antriebswelle (26) langsam dreht.

3. Hybridantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (26) in der gleichen Drehrichtung gedreht wird, in der sie nach eingelegtem Gang in Fahrbetrieb dreht.

4. Hybridantrieb nach Anspruch 1, wobei der Elektromotor (16) zugleich als Synchronisator für das Geschwindigkeits-Wechselgetriebe (14) mit mehreren Gängen (I—IV) betrieben ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (16) beim Gangwechsel auf eine geringfügig unter- oder oberhalb der Synchrondrehzahl liegende Drehzahl gesteuert ist.

5. Hybridantrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahldifferenz ca. $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ beträgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

